

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-052312

(43)Date of publication of application : 19.02.2002

(51)Int.Cl.

B01D 53/66

B01D 53/34

B01D 53/81

B01J 41/04

B01J 47/12

(21)Application number : 2000-241389

(71)Applicant : EBARA CORP

(22)Date of filing : 09.08.2000

(72)Inventor : IIMURA SEIJI

TAKEDA KAZUISA

FUJIWARA KUNIO

KATSUMINE MARI

(54) OZONE REMOVER AND OZONE REMOVING FILTER UTILIZING THE SAME

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an ozone remover that is freed from the problems of a conventional one and can decompose and remove ozone effectively at a low cost.

SOLUTION: The ozone remover is prepared by allowing an anion exchange resin to carry iodide ions.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2002-52312  
(P2002-52312A)

(43) 公開日 平成14年2月19日 (2002.2.19)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード*(参考)
B 0 1 D 53/66		B 0 1 J 41/04	Z 4 D 0 0 2
53/34	Z A B	47/12	G
53/81	Z A B		E
B 0 1 J 41/04		B 0 1 D 53/34	1 2 0 B
47/12			Z A B A
審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 5 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願2000-241389 (P2000-241389)

(22) 出願日 平成12年8月9日 (2000.8.9)

(71) 出願人 000000239

株式会社荏原製作所

東京都大田区羽田旭町11番1号

(72) 発明者 飯村 誠司

神奈川県藤沢市本藤沢4丁目2番1号 株

式会社荏原総合研究所内

(72) 発明者 武田 収功

神奈川県藤沢市本藤沢4丁目2番1号 株

式会社荏原総合研究所内

(74) 代理人 100089705

弁理士 社本 一夫 (外5名)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 オゾン除去材及びそれを利用したオゾン除去フィルタ

(57) 【要約】

【課題】 従来のオゾン除去材の問題点を解決し、低コストで有効にオゾンを分解除去することのできるオゾン除去材を提供する。

【解決手段】 本発明に係るオゾン除去材は、陰イオン交換体にヨウ化物イオンが担持されていることを特徴とする。

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 陰イオン交換体にヨウ化物イオンが担持されていることを特徴とするオゾン除去材。

【請求項2】 前記陰イオン交換体が、有機高分子基材にアニオン交換基を有する重合体側鎖が導入されたものである請求項1に記載のオゾン除去材。

【請求項3】 有機高分子基材が、繊維、繊維の集合体である織布又は不織布、或いはそれらの加工品から選択される請求項1又は2に記載のオゾン除去材。

【請求項4】 アニオン交換基を有する重合体側鎖の有機高分子基材への導入が、放射線グラフト重合法を利用して行われている請求項2又は3に記載のオゾン除去材。

【請求項5】 請求項1～4のいずれかに記載のオゾン除去材から構成されるオゾン除去フィルタ。

【請求項6】 請求項5に記載のオゾン除去フィルタから構成されることを特徴とするオゾン除去フィルタ装置。

【請求項7】 前記オゾン除去フィルタの下流に配置されたヨウ素除去フィルタを更に含む請求項6に記載のオゾン除去フィルタ装置。

【請求項8】 オゾン除去フィルタの下流面の着色によってオゾン除去フィルタの使用限界点を判断してフィルタを交換することを特徴とする請求項6又は7に記載のオゾン除去フィルタ装置の運転方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、気体中のオゾンを除去することのできるオゾン除去材及びその製造方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】オゾンは、その強力な酸化力を利用して、上下水の処理、食品工場などにおける施設・設備の殺菌処理、一般家庭の殺菌などに広く用いられている。また、半導体産業においてウェハの酸化膜形成に利用されている。一方、オゾンは、その強力な酸化力により、頭痛、嘔吐、肺水腫等の健康障害を誘発するため、利用された後の排オゾンは、分解して無害化する必要がある。従来、このようなオゾンの分解には、オゾンを含む排ガスを、活性炭や、オゾン分解能を有する金属を担持させたゼオライトなどに接触させる等の方法が用いられている。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、排ガス中に高濃度のオゾンが含まれる場合、活性炭を用いてオゾンの分解無害化を行う際には、爆発の危険性を防ぐために他の成分を加えて造粒することによって、わざわざ分解速度を低下させて用いることが多い。一方、排ガス中のオゾン濃度が低濃度である場合には、粒状の活性炭では除去性能が十分でない。

【0004】他の手段として、活性炭素繊維を用いる方法が提案されている。活性炭素繊維は、表面積が大きいため、分解速度も大きく、低濃度のオゾンの分解除去にも有効である。また、フィルタ等の形状に成形加工が容易であるという利点もある。しかしながら、活性炭素繊維を用いたオゾン除去材は、コストが高く、発塵するなどの問題がある。

【0005】本発明は、上記のような従来のオゾン除去材の問題点を解決し、低コストで有効にオゾンを分解除去することのできるオゾン除去材を提供することを目的とする。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】上記の課題を解決するために、本発明は、陰イオン交換体にヨウ化物イオンが担持されていることを特徴とするオゾン除去材を提供する。

【0007】以下、本発明の具体的な各種態様について説明する。本発明にかかるオゾン除去材において用いられる陰イオン交換体とは、4級アンモニウム基や3級以下のアミノ基などのアニオン交換基を有する基材であり、塩化物イオンやヨウ化物イオンをよくイオン交換吸着する。本発明において用いられる陰イオン交換体としては、有機高分子基材の高分子主鎖上にアニオン交換基を有する重合体側鎖が導入されたものが好ましく用いられる。

【0008】有機高分子基材としては、ポリオレフィン系の有機高分子材料が好ましく用いられる。ポリオレフィン系の有機高分子材料は、放射線に対して崩壊性ではないので、後述する放射線グラフト重合法によってグラフト側鎖を導入する目的に用いるのに適している。更に、有機高分子基材の形態としては、繊維、又は繊維の集合体である織布又は不織布、或いはそれらの加工品、例えばスポンジ状の材料等が好ましく用いられる。これらの材料は、表面積が大きく、孔径の調整やブリーツ加工等の成形加工も容易であるため、エアフィルタなどに利用されている。したがって、これらの基材を用いて、フィルタの形態のオゾン除去材を提供することができ、排ガス中のオゾンを分解除去することができるばかりでなく、排ガス中の微粒子を除去することもできる。また、織布／不織布から製造したフィルタは、活性炭やゼオライトを用いたものが焼却処理が容易でないのに比較して、使用済みのフィルタの取り扱いも簡単で、容易に焼却処理することができる。更に、本発明に係るオゾン除去材用の基材としては、単繊維を互いの接触点で熱融着させた不織布を特に好ましく用いることができる。このような熱融着不織布は、引張り強度等の物理的強度が大であるばかりでなく、オゾンなどの酸化性ガスによる劣化が生じても繊維の脱落等が生じにくい。なお、このような熱融着不織布を用いる場合には、アニオン交換基を導入する前の基材に熱処理を行うことが必要である。

アニオン交換基を導入した後では、基材の融点上昇するので処理温度が高くなるばかりでなく、熱処理によってアニオン交換基の劣化が生じる。したがって、熱融着不織布を基材として用いる場合には、まず繊維材料に対して熱融着処理を行った後に、アニオン交換基の導入を行うことが好ましい。

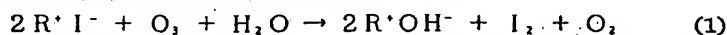
【0009】本発明において、上記のような有機高分子基材の高分子主鎖上にアニオン交換基を有する重合体鎖の形態の側鎖を導入する手段としては、グラフト重合法を用いることができる。中でも、放射線グラフト重合法は、ポリマー基材に放射線を照射してラジカルを生成させ、それにグラフトモノマーを反応させることによって、所望のグラフト重合体側鎖を基材に導入することのできる方法であり、グラフト鎖の数や長さを比較的自由にコントロールすることができ、また、各種形状の既存の高分子材料に重合体側鎖を導入することができるので、本発明の目的のために用いるのに最適である。

【0010】本発明の目的のために好適に用いることのできる放射線グラフト重合法において、用いることのできる放射線としては、 $\alpha$ 線、 $\beta$ 線、 $\gamma$ 線、電子線、紫外線などを挙げることができるが、本発明において用いるのは $\gamma$ 線や電子線が適している。放射線グラフト重合法には、グラフト用基材に予め放射線を照射した後、重合性単量体（グラフトモノマー）と接触させて反応させる前照射グラフト重合法と、基材とモノマーの共存下に放射線を照射する同時照射グラフト重合法とがあるが、いずれの方法も本発明において用いることができる。また、モノマーと基材との接触方法により、モノマー溶液に基材を浸漬させたまま重合を行う液相グラフト重合法、モノマーの蒸気に基材を接触させて重合を行う気相グラフト重合法、基材をモノマー溶液に浸漬した後、モノマー溶液から取り出して気相中で反応を行わせる含浸気相グラフト重合法などが挙げられるが、いずれの方法も本発明において用いることができる。

【0011】繊維や繊維の集合体である織布／不織布は本発明のオゾン除去材用の基材として用いるのに最も適した素材であるが、これはモノマー溶液を保持し易いので、含浸気相グラフト重合法において用いるのに適している。

【0012】また、重合体側鎖の導入に放射線グラフト重合法を用いると、織布／不織布のような複雑な形状の有機高分子基材の表面ばかりでなく、その内部にもグラフト側鎖を導入することができるので、基材中に多量のヨウ化物イオンを担持させることが可能である。

【0013】本発明において、重合体側鎖の形態で有機高分子基材に導入するアニオン交換基としては、4級ア



上式において、 $R^+$ はアニオン交換基を有するアニオン交換体を示す。

【0019】本発明に係るオゾン除去材は、それを空間

ンモニウム基や3級以下のアミノ基などが挙げられる。

本発明において、高分子基材の主鎖上に、アニオン交換基を有する重合体側鎖を導入する方法としては、かかるアニオン交換基を有する重合性単量体をグラフト重合によって高分子基材の主鎖上に導入するか、或いは、それ自体はアニオン交換基を有しないが、アニオン交換基に変換させることのできる基を有する重合性単量体をグラフト重合によって高分子基材の主鎖上に導入した後、更に反応させて、前記基をアニオン交換基に変換することによって、重合体側鎖上にイオン交換基を導入することができる。

【0014】この目的で用いることのできるアニオン交換基を有する重合性単量体の具体例としては、3級アミノ基を有する重合性単量体としてジエチルアミノエチルメタクリレート、ジメチルアミノプロピルアクリルアミド（DMA PAA）、4級アンモニウム基を有する重合性単量体としてビニルベンジルトリメチルアンモニウムクロリドなどが挙げられ、これらのモノマーを有機高分子基材の主鎖上にグラフト重合することにより、アニオン交換基を有する重合体側鎖を基材に導入することができる。

【0015】また、それ自体はアニオン交換基を有しないが、アニオン交換基に変換させることのできる基を有する重合性単量体としては、メタクリル酸グリシジル、スチレン、アクリロニトリル、アクロレイン、クロロメチルスチレンなどを挙げることができる。例えば、メタクリル酸グリシジルをグラフト重合によって高分子基材上に重合体側鎖として導入した後、イミノジエタノールを反応させてアミノ化することによってアニオン交換基に転換させることができる。但し、本発明において用いることのできる重合性単量体は、上記の例に限定される訳ではない。

【0016】本発明に係るオゾン除去材を製造するには、次に、上記に説明した方法などで得られたアニオン交換体のアニオン交換基にヨウ化物イオンを担持させる。ヨウ化物イオンの担持は、例えばアニオン交換体に、ヨウ化ナトリウム（NaI）の水溶液を接触させることによって行うことができる。

【0017】このようにヨウ化物イオンを担持したアニオン交換体から構成される本発明に係るオゾン除去材をオゾンと接触させると下式(1)に示すように、担持していたヨウ化物イオンが酸化されてヨウ素を遊離すると共に、オゾンが酸素に還元される。これにより、オゾンの分解除去が行われる。

【0018】

【式1】

中に配置して雰囲気中のオゾンを減衰させるように用いることもできるが、上式(1)で示されるオゾン分解反応の速度が高いことや、オゾン除去材の成形加工の容易性

等を考慮し、オゾン除去フィルタとして用いることが有利である。なお、上記のオゾン分解反応によって遊離したヨウ素は褐色を呈するので、使用中においてフィルタの色調を観察することにより、フィルタのオゾン除去能力が残っているかどうかを判断することができる。この場合、ヨウ素によるフィルタの着色は、フィルタの表面（上流側）から内部に進行していくので、フィルタの裏側（下流側）の着色に注意することにより、オゾン除去フィルタの使用限界点を検知することができ、適切な時期にフィルタの交換を行うことができる。例えば、フィルタの下流側が褐色に変色したら、フィルタの使用限界点に至ったと判断し、フィルタを交換することができる。

【0020】上記のオゾン分解反応によって遊離したヨウ素は、すぐに放出されるものではないが、フィルタを長期にわたって使用したり、或いは高濃度のオゾンに曝された場合には、系中に放出される。この遊離ヨウ素を除去するためには、アニオン交換体を、ヨウ素除去フィルタとしてオゾン除去フィルタの下流に配置して、これに遊離ヨウ素を吸着させることにより、ヨウ素の流出に対する保安フィルタの役割を果たすことができ、ヨウ素の系中への流出を防止することができる。この目的のために用いることのできるアニオン交換体としては、本発明に係るオゾン除去材用の基材であるアニオン交換体、例えば4級アンモニウム基を有する強塩基性アニオン交換体や3級以下のアミノ基を有するアニオン交換体を用いることができるが、強塩基性アニオン交換体が好適である。ヨウ素除去フィルタとしては、上記に説明したような放射線グラフト重合法によってアニオン交換基を有する重合体側鎖が導入されたアニオン交換不織布が特に好ましい形態である。また、かかる目的のヨウ素除去フィルタとしては、本出願人による特願平11-59828号に開示されているヨウ素除去フィルタ、例えばビニルピロリドン放射線グラフト重合によってポリマー不織布基材にグラフト重合体側鎖の形態で導入したものを、用いることができる。この場合、ヨウ素除去フィルタにヨウ化カリウムを担持させておくことにより、ヨウ素除去効率をより高くすることができる。

【0021】

【発明の効果】以上説明したように、本発明に係るオゾン除去材は、陰イオン交換体にヨウ化物イオンが担持されていることを特徴としており、好ましい態様においては、有機高分子不織布基材にアニオン交換基を有する重合体側鎖を導入し、これにヨウ化物イオンを担持したものである。かかるオゾン除去材は、物理的強度が高く、空気中のオゾンを効率的に除去することができる。また、活性炭や金属担持ゼオライトなどの従来のオゾン除去材に比べて安価に製造することができ、使用後の除去材の処理も従来の形態のものに比べて容易である。

【0022】以下、本発明の実施の種々の形態例を説明

する。これらの記載は、本発明を限定するものではない。

【0023】

【実施例】実施例1

アニオン交換不織布の製造及びオゾン除去材の製造  
有機高分子基材として、繊維径約15 $\mu$ mのポリエチレン繊維よりなる目付55g/m<sup>2</sup>、厚さ0.47mmの不織布を用いた。この不織布基材に、ガンマ線を窒素雰囲気中で160kGy照射した後、メタクリル酸グリシジル（GMA）溶液中に浸漬し、温度50℃で3時間反応させた。次に、不織布基材を取り出し、ジメチルホルムアミド中に浸漬し、50℃で1時間洗浄した。その後、乾燥して重量を測定することによってグラフト率を算出した。グラフト率1.17%のGMAグラフト不織布が得られた。

【0024】このグラフト不織布を、イミノジエタノール30%水溶液に浸漬し、70℃で3時間反応させてアミノ化を行った。イオン交換容量2.81meq/gの弱塩基性アニオン交換不織布が得られた。

【0025】上記不織布を20cm角に切断したものを、1%ヨウ化ナトリウム（NaI）水溶液500ml中に浸漬して、ヨウ化物イオンを吸着させた。これを純水1リットルで3回洗浄した後、空気中で乾燥させて本発明に係るオゾン除去材を得た。

【0026】オゾン除去性能試験（1）

上記で得られたオゾン除去材を、直径50mmの亚克力製カラムに1枚挟み、このカラムを通してオゾン8ppmを含む空気を5リットル/分の流量で送風した。カラム出口の空気中のオゾン濃度をモニターした。送風開始の初期はもちろんのこと、3時間経過後においても、カラム出口でのオゾン濃度は0ppmであった。なお、オゾン除去材不織布の上流側は、ヨウ素によって茶色に変色していたが、下流側は変色が認められなかった。

【0027】オゾン除去性能試験（2）

上記試験を更に継続したところ、5時間経過後に、オゾン除去材不織布の下流側が褐色に変色し、この時点でカラム出口のヨウ素濃度が2ppmに達し、オゾン濃度も3ppmとなった。この時点で、カラム内のオゾン除去材の下流側に強塩基性アニオン交換不織布から切り出したフィルタを配置したところ、カラム出口でのヨウ素濃度は0ppmに低下した。

【0028】なお、ここで用いた強塩基性アニオン交換不織布は、以下のように製造した。実施例1と同様の不織布基材に、実施例1と同様にガンマ線照射を行った。照射済みの不織布を、ビニルベンジルトリメチルアンモニウムクロリド（VBTAC）及びN、N-ジメチルアクリルアミド（DMAA）の混合モノマー溶液中に浸漬し、温度50℃で3時間反応させた。不織布を取り出して、純水に浸漬し、50℃で1時間洗浄した。その後、不織布を乾燥して重量を測定することにより、グラフト

率を算出した。グラフト率161%のVBTAC、DMAAグラフト不織布が得られた。この不織布のイオン交換容量を測定したところ、1.23 meq/gの強塩基\*

\*性アニオン交換不織布が得られた。  
【0029】上記不織布を20cm角に切断して、フィルタとしてカラム内に配置した。

---

フロントページの続き

(51)Int.Cl.

識別記号

F I

ターマート (参考)

B 0 1 J 47/12

(72)発明者 藤原 邦夫

神奈川県藤沢市本藤沢4丁目2番1号 株式会社荏原総合研究所内

(72)発明者 勝峰 万里

東京都大田区羽田旭町11番1号 株式会社荏原製作所内

Fターム(参考) 4D002 AA11 BA05 BA06 BA14 CA20  
DA17 DA70

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2000-328449  
(P2000-328449A)

(43) 公開日 平成12年11月28日 (2000. 11. 28)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-マ-ト (参考)
D 0 6 M 13/342		D 0 6 M 13/342	4 D 0 1 9
B 0 1 D 39/14		B 0 1 D 39/14	B 4 J 0 1 5
C 0 8 F 4/40		C 0 8 F 4/40	4 J 0 2 6
8/00		8/00	4 J 1 0 0
283/00		283/00	4 L 0 3 3
審査請求 未請求 請求項の数20 O L (全 10 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願平11-145234

(22) 出願日 平成11年5月25日 (1999. 5. 25)

(71) 出願人 596148629  
中部キレスト株式会社  
大阪市阿倍野区旭町1丁目2番7-1102号

(71) 出願人 592211194  
キレスト株式会社  
大阪市阿倍野区旭町1丁目2番7-1102号

(72) 発明者 南部 信義  
三重県四日市市日永東3丁目3-3 中部  
キレスト株式会社四日市工場内

(74) 代理人 100067828  
弁理士 小谷 悦司 (外1名)

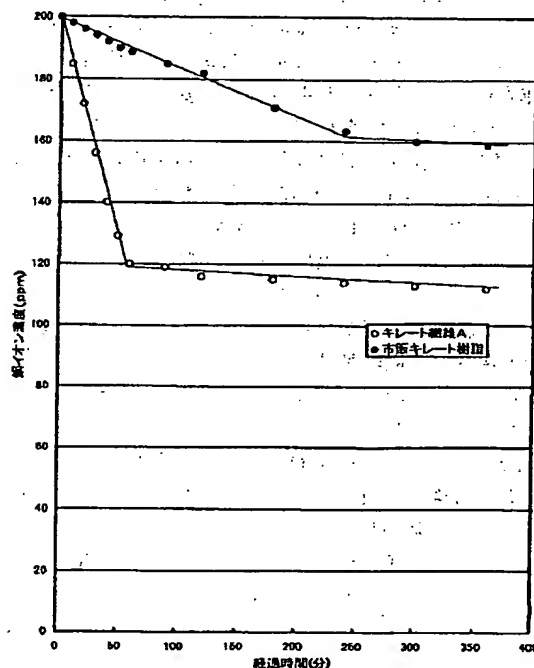
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 金属キレート形成性繊維及びその製法、並びに該繊維を用いた金属イオン捕捉法及び金属キレート繊維

(57) 【要約】

【課題】 有害重金属イオン等に対して優れた捕捉性能を有しており、しかも簡単かつ安全な方法で安価に製造することのできる繊維状の金属キレート材とその製法を提供すると共に、該繊維を用いて液体や気体から金属イオンを効率よく捕捉する技術を開発すること。

【解決手段】 合成繊維の繊維分子中に、反応性二重結合とグリシジル基を分子中に有する架橋反応性化合物を介して、グリシジル基との反応性を有するアミノカルボン酸、アミノカルボン酸、チオカルボン酸およびリン酸よりなる群から選択される少なくとも1種の金属キレート形成性化合物が結合している金属キレート形成性繊維とその製法、並びに該繊維を用いた金属イオン捕捉法、更には金属イオンを捕捉した金属キレート繊維を開示する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 合成繊維の繊維分子中に、反応性二重結合とグリシジル基を分子中に有する架橋反応性化合物を介して、グリシジル基との反応性を有するアミノカルボン酸、チオカルボン酸およびリン酸よりなる群から選択される少なくとも1種の金属キレート形成性化合物が結合していることを特徴とする金属キレート形成性繊維。

【請求項2】 前記架橋反応性化合物が、メタクリル酸グリシジル、アクリル酸グリシジル、アリルグリシジルエーテルよりなる群から選択される少なくとも1種である請求項1に記載の金属キレート形成性繊維。

【請求項3】 前記金属キレート形成性化合物が、イミノジ酢酸、エチレンジアミン二酢酸、エチレンジアミン三酢酸、チオグリコール酸、チオリンゴ酸、リン酸よりなる群から選択される少なくとも1種である請求項1または2に記載の金属キレート形成性繊維。

【請求項4】 前記金属キレート形成性化合物が、イミノジ酢酸、エチレンジアミン三酢酸、チオグリコール酸である請求項3に記載の金属キレート形成性繊維。

【請求項5】 前記合成繊維が重縮合型繊維あるいは重付加型繊維のいずれかである請求項1～4のいずれかに記載の金属キレート形成性繊維。

【請求項6】 合成繊維がポリアミド繊維、ポリエステル繊維、ポリウレタン繊維よりなる群から選択される少なくとも1種である請求項5に記載の金属キレート形成性繊維。

【請求項7】 前記繊維が粉末状である請求項1～6のいずれかに記載の金属キレート形成性繊維。

【請求項8】 前記繊維がフィルター素材である請求項1～6のいずれかに記載の金属キレート形成性繊維。

【請求項9】 合成繊維の繊維分子に、反応性二重結合とグリシジル基を分子中に有する架橋反応性化合物を、重合触媒を用いてグラフト重合反応させた後、これに、エポキシ基との反応性を有するアミノカルボン酸、チオカルボン酸およびリン酸よりなる群から選択される少なくとも1種の金属キレート形成性化合物を結合させることを特徴とする金属キレート形成性繊維の製法。

【請求項10】 前記架橋反応性化合物が、メタクリル酸グリシジル、アクリル酸グリシジル、アリルグリシジルエーテルよりなる群から選択される少なくとも1種である請求項9に記載の製法。

【請求項11】 前記金属キレート形成性化合物が、イミノジ酢酸、エチレンジアミン二酢酸、エチレンジアミン三酢酸、チオグリコール酸、チオリンゴ酸、リン酸よりなる群から選択される少なくとも1種である請求項9または10に記載の製法。

【請求項12】 重合触媒が、ラジカル重合触媒である請求項9～11のいずれかに記載の製法。

【請求項13】 ラジカル重合触媒が、レドックス触媒である請求項12に記載の製法。

【請求項14】 レドックス触媒が、2価銅塩と過硫酸塩を組み合わせたもの、あるいは2価鉄塩と過酸化水素及び二酸化チオ尿素を組み合わせたもののいずれかである請求項13に記載の製法。

【請求項15】 合成繊維を過硫酸塩で予め処理した後、2価銅塩を作用させることによってグラフト重合反応を行なう請求項14に記載の製法。

【請求項16】 合成繊維を2価鉄塩で予め処理した後、過酸化水素及び二酸化チオ尿素を作用させることによってグラフト重合反応を行なう請求項14に記載の製法。

【請求項17】 前記請求項1～8のいずれかに記載された金属キレート形成性繊維を、金属イオンを含む水性液と接触させ、該水性液中の金属イオンを捕捉することを特徴とする金属イオン捕捉法。

【請求項18】 前記請求項1～8のいずれかに記載された金属キレート形成性繊維を、金属イオンを含む油性液と接触させ、該油性液中の金属イオンを捕捉することを特徴とする金属イオン捕捉法。

【請求項19】 前記請求項1～8のいずれかに記載された金属キレート形成性繊維を、金属イオンを含む気体と接触させ、該気体中の金属イオンを捕捉することを特徴とする金属イオン捕捉法。

【請求項20】 前記請求項1～8のいずれかに記載された金属キレート形成性繊維が、金属とキレート結合したものであることを特徴とする金属キレート繊維。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、新規な金属キレート形成性繊維およびその製法、並びにこの繊維を用いた金属イオン捕捉法および金属キレート繊維に関し、このキレート形成性繊維は、例えば水中に微量存在する金属イオン、特に銅、亜鉛、ニッケル、コバルト等の有害重金属イオンを、低pH域においても選択的に効率よく吸着する性能を備えており、工場廃水や飲料水、油の浄化などに幅広く有効に利用でき、また該繊維が金属とキレート結合した金属キレート繊維は、キレート結合した該金属の活性を利用して、各種の触媒、消臭・脱臭剤、防カビ剤、抗菌・殺菌剤、静電気防止材、電磁波シールド材、光遮蔽材、着色衣料・装飾品、肥料、金属防錆剤等として有効に活用できる。

## 【0002】

【従来の技術】産業廃水等には様々な有害金属イオンが含まれていることがあり、環境汚染防止の観点からそれら有害金属イオンは、排水処理によって可及的に除去する必要がある、またそれらの有害重金属イオンには、重金属等として有効に活用できるものも多く、これを分離・回収し2次資源として有効に活用可能にすれば一石二鳥である。

【0003】ところで、用廃水中等に含まれる有害金属



イオンの除去あるいは有益金属イオンの捕捉にはイオン交換樹脂が広く利用されているが、低濃度の金属イオンを選択的に吸着する効果は必ずしも満足し得るものとは言えない。

【0004】また、重金属イオンとの間でキレートを形成してこれらを選択的に捕捉する性質を持ったキレート樹脂は、金属イオン、特に重金属イオンに対して優れた選択捕捉能を有しているため、水処理分野での重金属の除去や捕捉などに利用されている。しかしながら、キレート樹脂の大半はジビニルベンゼン等の架橋剤によって剛直な三次元構造が与えられたビーズ状であるため疎水性が高く、樹脂内部への金属イオンや再生剤の拡散速度が遅いため、処理効率にも問題がある。更に、再生せずに使い捨てにするタイプのものでは焼却処分が困難であるため、使用済み樹脂を如何に減容化することも大きな問題となってくる。

【0005】こうしたビーズ状キレート形成樹脂の問題点を改善するものとして、繊維状のキレート樹脂が提案されている(特許第2772010号)。該繊維状のキレート樹脂は、比表面積が大きく、金属イオンの吸・脱着点となる金属キレート形成性官能基が表面に存在するため、高い吸・脱着性を示すが、該繊維状キレート樹脂はその製法、即ち金属キレート活性を付与するための改質処理が煩雑であり、電離性放射線などを用いた特殊な方法を採用しなければならぬため、設備面、安全性、製造コスト等の点で改善すべき点も多い。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】本発明は上記の様な事情に着目してなされたものであって、その第1の目的は、有害重金属イオン等に対して優れた捕捉性能を有し、しかも簡単かつ安全な方法で安価に製造することのできる繊維状の金属キレート材を提供することにある。第2の目的は、その様な金属キレート形成性繊維を、簡単且つ安全に効率よく製造することのできる方法を提供することにある。

【0007】また本発明の第3の目的は、上記金属キレート形成性繊維を使用することによって、水性液や油性液、更には排ガス等の気体中に微量含まれる金属イオンを簡単な方法で効率よく捕捉することのできる方法を提供することにある。更に本発明の第4の目的は、上記金属キレート形成繊維の表面に様々の金属をキレート結合させ、該金属の触媒活性や抗菌活性等を有効に活用可能にした金属キレート繊維を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決することのできた本発明の金属キレート形成性繊維とは、合成繊維の繊維分子中に、反応性二重結合とグリシジル基を分子中に有する架橋反応性化合物を介して、エポキシ基との反応性を有するアミノカルボン酸、チオカルボン酸およびリン酸よりなる群から選択される少なくとも1種の

金属キレート形成性化合物が結合しているところに要旨がある。

【0009】上記架橋反応性化合物として特に好ましいのは、メタクリル酸グリシジル、アクリル酸グリシジル、アリルグリシジルーエーテルであり、これらは単独で使用してもよく、あるいは必要により2種以上を併用することができる。また前記金属キレート形成性化合物の好ましい具体例としては、イミノジ酢酸、エチレンジアミン二酢酸、エチレンジアミン三酢酸、チオグリコール酸、チオリンゴ酸、リン酸等が例示され、これらも単独で使用し得る他、2種以上を適宜併用することが可能である。これら金属キレート形成性化合物の中でも特に好ましいのはイミノジ酢酸、エチレンジアミン三酢酸、チオグリコール酸である。

【0010】また上記合成繊維としては、重縮合型繊維、重付加型繊維、付加重合型繊維が挙げられ、これらの繊維は短繊維状の粉末状、或いはシート状やマット状、不織布状等のフィルター素材として使用できる。

【0011】また本発明の製法は、上記金属キレート形成性繊維を工業的に効率よく製造することのできる方法と特定するもので、その構成は、合成繊維の繊維分子に、反応性二重結合とグリシジル基を分子中に有する架橋反応性化合物を、重合触媒を用いてグラフト重合反応させた後、これに、エポキシ基との反応性を有するアミノカルボン酸、チオカルボン酸およびリン酸よりなる群から選択される少なくとも1種の金属キレート形成性化合物を付加反応させるところに特徴を有している。

【0012】ここで使用される好ましい架橋反応性化合物としては、メタクリル酸グリシジル、アクリル酸グリシジル、アリルグリシジルーエーテル等が例示され、これらは単独で使用し得る他、必要により2種以上を併用することが可能である。また金属キレート形成性化合物の好ましい具体例としては、イミノジ酢酸、エチレンジアミン二酢酸、エチレンジアミン三酢酸、チオグリコール酸、チオリンゴ酸、リン酸等が挙げられ、これらも単独で使用し、或いは2種以上を併用できる。

【0013】この製法を実施する際に用いられる好ましい重合触媒は、レドックス触媒であり、特に、合成繊維を過硫酸塩で予め処理した後、2価銅塩を作用させることによってグラフト重合反応を行なう方法、あるいは合成繊維を2価鉄塩で予め処理した後、過酸化水素及び二酸化チオ尿素を作用させてグラフト重合反応を行なう方法、あるいは合成繊維を有機溶剤で予め加熱処理した後、ラジカル重合触媒を作用させてグラフト重合反応を行なう方法を採用すれば、合成繊維に架橋反応性化合物をより効率よく反応させることができ、その後の金属キレート形成性化合物の導用量も高められてより高い金属キレート形成活性を付与できるので好ましい。

【0014】更に本発明に係る金属イオン捕捉法は、上記金属キレート形成性繊維を、金属イオンを含む水性液

や油性液、或いは排ガス等の気体と接触させ、これらの中に含まれる金属イオンをキレート捕捉するところに特徴を有している。また、上記金属キレート形成性繊維が金属とキレート結合した金属キレート繊維は、当該金属の種類に応じて触媒活性や抗菌活性などを示すものとなるので、該金属キレート繊維も本発明の範囲に含まれる。

#### 【0015】

【発明の実施の形態】本発明の金属キレート形成性繊維は、基材が合成繊維、具体的には重縮合型繊維、重付加型繊維、付加重合型繊維であり、耐水性、耐油性が高く、水系、油系のあらゆる被処理溶液を処理することができる。

【0016】しかも該繊維分子は、レドックス触媒の存在下で、二重結合とグリシジル基を分子中に有する架橋反応性化合物と反応させることによって、該架橋反応性化合物を繊維分子中に容易に導入することができる。そして、該架橋反応性化合物の導入後、グリシジル基との反応性を有する金属キレート形成性化合物、好ましくはイミノジ酢酸、エチレンジアミン二酢酸、エチレンジアミン三酢酸、チオグリコール酸、チオリンゴ酸、リン酸などを反応させることにより、繊維分子に容易に金属キレート形成能を付与することができる。

【0017】その結果、合成繊維の分子表面に無数の金属キレート形成性官能基が導入されたものとなり、該金属キレート形成性官能基の中に存在する窒素原子、硫黄原子、カルボキシル基などが銅、亜鉛、ニッケル、コバルト等の重金属イオンに対して優れた選択吸着性を発揮する。しかもそれら金属キレート形成性官能基は繊維分子にグラフトした状態で表面に露出しているので、この金属キレート形成性繊維は、該金属キレート形成性官能基の存在によって優れた金属イオン選択吸着活性を発揮する。

【0018】本発明の金属キレート形成性繊維の基材となる合成繊維の種類は特に限定されず、ポリエステル、ポリアミド等の重縮合型繊維；ポリウレタン、ポリ尿素等の重付加型繊維；アクリル、ポリオレフィン等の付加重合型繊維がすべて包含されるが、反応効率の面から特に好ましいのは、水素引き抜き反応などによりグラフト付加の活性点を生じ易い重縮合型繊維あるいは重付加型繊維である。これらの合成繊維は、通常の合成品をそのまま使用し得る他、場合によっては過酸化処理、オゾン処理その他の酸化処理、あるいはエステル結合やアミド結合の一部加水分解などによって該繊維分子にカルボキシル基や水酸基などの反応性官能基を導入して使用することも勿論有効である。

【0019】上記基材繊維の形状にも格別の制限はなく、長繊維のモノフィラメント、マルチフィラメント、短繊維の紡績糸あるいはこれらを織物状もしくは編物状に製織もしくは製編した布帛、更には不織布であっても

よく、また2種以上の繊維を複合もしくは混紡した繊維や織・編物を使用することができる。

【0020】更に被処理流体との接触効率を上げるため、上記基材繊維を短繊維状の粉末あるいはフィルター状の素材として使用することも有効である。

【0021】ここで用いられる短繊維状粉末の好ましい形状は、長さ0.01~5mm、好ましくは0.03~3mmで、単繊維径が1~50μm程度、好ましくは5~30μmであり、アスペクト比としては1~600程度、好ましくは1~100程度のものである。

【0022】この様な短繊維状の粉末素材を使用すれば、金属イオンを含む水性あるいは油性液に該短繊維粉末状の金属キレート形成性繊維を添加して攪拌し、通常の濾過処理を行うという非常に簡単な方法で、且つ短時間の処理で被処理流体中に含まれる金属イオンを効率よく捕捉して浄化することができる。また場合によっては、該短繊維粉末状の金属キレート形成性繊維をカラム等に充填して被処理流体を通過させることによっても、同様の金属イオン捕捉効果を得ることができる。また短繊維状の粉末素材に、前述した様な方法で金属キレート形成性官能基を導入してから成形等の加工を行えば、金属キレート捕捉能を有する濾過材を容易に得ることができる。

【0023】更に、この様にして得られる短繊維粉末状のキレート捕捉材に銅、銀、亜鉛の如き殺菌作用を有する金属を捕捉させた金属キレート繊維は、樹脂等に練り込んで消臭・脱臭・防カビ性や抗菌性、殺菌性を付与することができ、また酸化還元作用を有する金属イオンを捕捉させた金属キレート繊維は、各種反応の触媒として使用することも可能である。

【0024】またフィルター状の素材も格別特殊なものではなく、その用途に応じて任意の繊維間隙を有する織・編物もしくは不織布などからなる単層もしくは複層構造のマット状に成形して適当な支持体に組み付けた構造、あるいは通液性支持筒の外周側に紐状の繊維を綾巻状に複数層巻回した構造、または同繊維からなる織・編物もしくは不織布シートをブリーツ状に折り曲げて支持部材に装着した構造、同繊維を用いて作製した織・編物や不織布を袋状に成形したバグフィルタータイプなど、公知のあらゆる形態のものが使用できる。

【0025】これらフィルター状の素材を使用する場合も、該フィルター状の繊維素材に前述の様な架橋反応性化合物をグラフト反応させた後、繊維分子にグラフト結合した該架橋反応性化合物のグリシジル基に金属キレート形成性化合物を付加反応させて金属キレート形成性官能基を導入し、これを上記の様なフィルター状に加工して使用すればよいが、この他、上記繊維素材をフィルター状に加工してフィルター装置内へ組み込み、該装置内に組込まれた繊維フィルターに架橋反応性化合物を含む処理液を接触させてグラフト反応させ、更に金属キレー

ト形成性化合物と接触させることにより、繊維フィルターに事後的に金属キレート形成性官能基を導入することも可能である。

【0026】この様に、フィルター状の繊維素材に金属キレート形成性官能基を導入すれば、金属キレート捕捉能と不溶性夾雑物捕捉能を併せ持ったフィルターを得ることができ、被処理液や被処理ガス中に含まれる不溶性夾雑物の大きさに応じた網目サイズとなる様に繊維密度を調整した繊維素材を使用すれば、被処理液や被処理ガスが該フィルターを通過する際に、該被処理液や被処理ガス中に含まれる金属イオンが金属キレート形成性官能基によって捕捉されると共に、不溶性夾雑物は該フィルターの網目によって通過を阻止され、金属イオンと不溶性介在物の除去を同時に行なうことが可能となる。

【0027】このとき、使用する繊維素材の太さや織・編密度、積層数や積層密度などを調整し、また紐状の金属キレート形成性繊維を複数層に巻回してフィルターとする場合は、巻回の密度や層厚、巻回張力などを調整することによって、繊維間隙間を任意に調整できるので、被処理流体中に混入している不溶性夾雑物の粒径に応じて該繊維間隙間を調整すれば、必要に応じた清浄化性能のフィルターを得ることができる。

【0028】本発明の金属キレート形成性繊維を製造するに際し、繊維基材に金属キレート形成性官能基を固定させるための架橋反応性化合物としては、分子中に反応性二重結合とグリシジル基を有する化合物が使用される。そして、該架橋反応性化合物を、後述する様な重合触媒の存在下で繊維基材と接触反応させると反応性二重結合が繊維分子と反応し、反応性官能基としてグリシジル基を有する基が繊維分子中にペンダント状にグラフト付加する。

【0029】そして、このグラフト付加反応物に、グリシジル基との反応性官能基を有する金属キレート形成性化合物を反応させると、該反応性官能基がグラフト重合した前記架橋反応性化合物のグリシジル基と反応し、繊維分子中に金属キレート形成性官能基が導入されることになる。

【0030】従って、ここで使用される架橋反応性化合物としては、繊維分子へのグラフト付加反応性を有すると共に、金属キレート形成性化合物との反応を実現するため、分子中に反応性二重結合とグリシジル基の双方を有する化合物であれば全て有効に使用できるが、合成繊維基材分子内により効率よくグラフト付加すると共に、その後の金属キレート形成性化合物の導入反応もより効率よく遂行し得るものとして特に好ましいのは、メタクリル酸グリシジル、アクリル酸グリシジル、アリルグリシジリエーテルであり、中でも、繊維分子への導入の容易性や原料の入手容易性等を考慮して最も好ましいのはメタクリル酸グリシジルである。

【0031】また金属キレート形成性化合物としては、

グリシジル基との反応性を有するアミノカルボン酸、チオカルボン酸およびリン酸が選択される。これらの化合物は、グリシジル基に対して高い反応性を有しており、繊維分子中に導入された架橋反応性化合物のグリシジル基に対してはほぼ等モル量反応する。しかもそれらは金属イオンに対して高いキレート形成能を有しているため、これらの化合物を使用することによって、繊維分子中に金属キレート形成性官能基を高い反応率で効率よく導入することができる。

10 【0032】上記金属キレート形成性化合物の中でも、反応効率や金属キレート捕捉能、原料の入手容易性、コスト等を総合的に考慮して特に好ましいのはイミノジ酢酸、エチレンジアミン二酢酸、エチレンジアミン三酢酸、チオグリコール酸、チオリンゴ酸、リン酸であり、中でも特に好ましいのはイミノジ酢酸、エチレンジアミン三酢酸、チオグリコール酸である。

【0033】また本発明に係る金属キレート形成性繊維の製法は、前述した如く合成繊維の分子内に、架橋反応性化合物を介して金属キレート形成性化合物を効率よく簡単に導入することのできる方法として位置付けられるもので、前記架橋反応性化合物をレドックス触媒を用いて繊維分子にグラフト重合反応させた後、前記金属キレート形成性化合物を付加反応させる方法が採用される。

【0034】重合触媒としては、過酸化ベンゾイル、クメンハイドロパーオキシド、トールチルハイドロパーオキシド等のラジカル重合触媒を単独で使用できる他、酸化剤として過酸化水素、過硫酸塩等、また還元剤として2価鉄塩、2価銅塩、二酸化チオ尿素、クロムイオン、亜硫酸塩、ジメチルアニリン、ヒドロキシルアミン、ヒドラジン等を用いたレドックス触媒が挙げられ、前記架橋反応性化合物を繊維分子内に効率よくグラフト重合反応させるには、2価銅塩と過硫酸塩の組み合わせ、あるいは過酸化水素と2価鉄塩および二酸化チオ尿

素の組み合わせが最も好ましい。

【0035】合成繊維分子へのグラフト反応効率を更に高めるための具体的手法としては、

①該繊維を予め2価鉄塩で処理した後、過酸化水素および二酸化チオ尿素を作用させる方法、

②あるいは該繊維を予め過硫酸塩で処理した後、2価銅塩を作用させる方法、

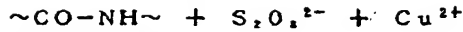
③該繊維を予め有機溶剤で加熱処理した後、ラジカル重合触媒を作用させる方法

等が挙げられ、これらの方法を採用すれば、比較的緩やかな条件でも短時間の処理で高いグラフト重合反応率を得ることができるので好ましい。

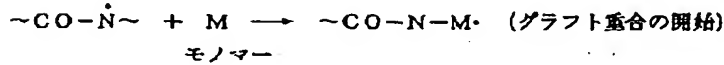
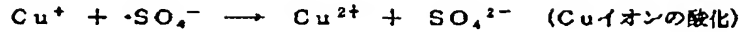
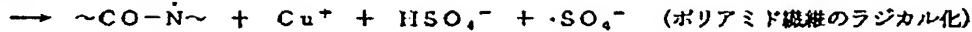
【0036】過硫酸塩と2価銅塩との組み合わせによるポリアミド繊維への前記架橋反応性化合物のグラフト重合反応を例示すると下記の通りである。

【0037】

【化1】



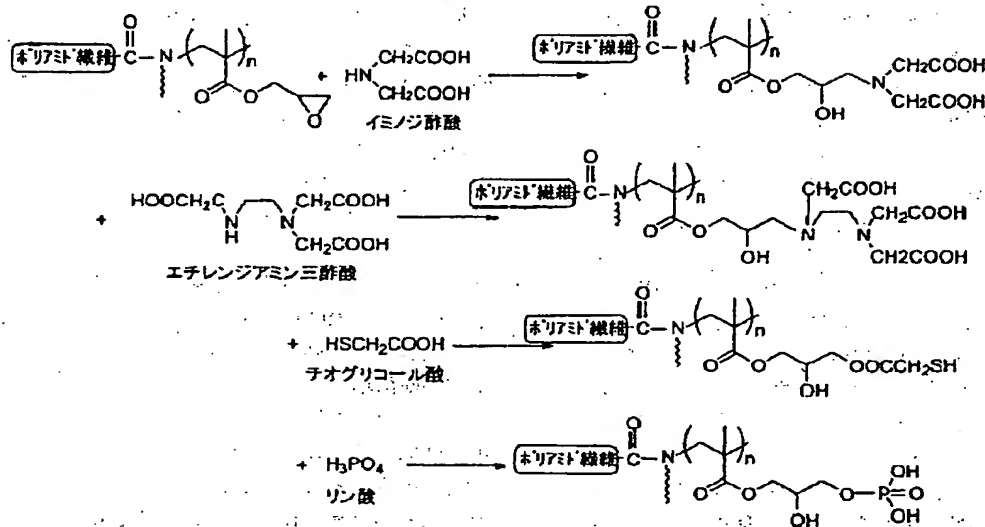
ポリアミド繊維



【0038】また、架橋反応性化合物をグラフト反応させた繊維分子に、前記金属キレート形成性物質を付加させる際の具体的な反応を例示すると下記の通りである。\*

\*【0039】

【化2】



【0040】前記架橋反応性化合物を用いて金属キレート形成性官能基を合成繊維分子内に導入する際の反応は特に制限されないが、好ましい方法を示すと下記の通りである。

【0041】即ち、合成繊維を予め過硫酸塩水溶液に室温で1～60分程度浸漬し、その後洗浄してから、2価銅塩および架橋反応性化合物（必要により乳化剤などの均一反応促進剤）を含む水溶液に浸漬し、4.0～10.0℃で10分～5時間程度反応させる方法である。

【0042】この方法によれば、架橋反応性化合物が繊維分子中のアミド基やエステル基に効率よくグラフト反応し、前記金属キレート形成性化合物と容易に反応するグリシジル基を繊維分子内に効率よく導入することができる。

【0043】次いで、上記反応によりグリシジル基の導入された繊維と前記金属キレート形成性化合物を、水や

N,N'-ジメチルホルムアミド、ジメチルスルホキシド等の極性溶媒中で、必要により反応溶媒を用いて50～100℃で10分～数十時間程度反応させると、前記金属キレート形成性化合物中のアミノ基や酸基が前記グリシジル基と反応し、繊維分子中に金属キレート形成性官能基が導入される。

【0044】合成繊維に対する前記金属キレート形成性化合物の導入量は、繊維分子中の反応性官能基の量を考慮し、その導入反応に用いる架橋反応性化合物の量、あるいは金属キレート形成性化合物の量や反応条件などによって任意に調整できるが、繊維に十分な金属イオン捕捉能を与えるには、下記式によって計算される置換率が1.0重量%程度以上、より好ましくは2.0重量%程度以上となる様に調整することが望ましい。

置換率(重量%) = [(置換基導入後の繊維重量 - 置換基導入前の繊維重量) / 置換基導入前の繊維重量] × 1

00

(ただし置換基とは、架橋反応性化合物と金属キレート形成性化合物に由来して導入された全置換基を意味する)。

【0045】金属イオン捕捉能を高めるうえでは、上記置換率は高い程好ましく、従って置換率の上限は特に規定されないが、置換率が高くなり過ぎると置換基導入繊維の結晶性が高くなって繊維が脆弱になる傾向があり、また濾材やフィルター等として用いる場合には金属イオン捕捉材として使用する際の圧力損失が高くなる傾向が生じてくるので、金属イオン捕捉材としての実用性や経済性などを総合的に考慮すると、置換率は200重量%程度以下、より好ましくは100重量%程度以下に抑えることが望ましい。ただし、合成繊維の種類や形状、架橋反応性化合物や金属キレート形成性化合物の種類、あるいは用途等によっては、150~200重量%といった高レベルの置換率とすることにより、金属イオン捕捉能を高めることも可能である。

【0046】上記の如くして得られる金属キレート形成性繊維は、前述の如く用いるベース繊維の性状に応じてモノフィラメント状、マルチフィラメント状、紡績糸状、不織布状、繊維織・編物状、粉末状、フィルター状など任意の性状のものとして得ることができるが、いずれにしても細径の繊維の分子表面に導入された前記金属キレート形成性官能基の実質的に全てが、金属イオン捕捉性能を有効に発揮する。しかもこの繊維は、金属イオンに対する選択吸着性能が非常に優れているため、被処理流体のpHその他の条件を変えることにより、目的とする金属のみを選択的に捕捉することも可能となる。

【0047】従ってこの繊維を金属イオンを含む液や気体と接触させ、具体的には該繊維を任意の厚さで積層したり或はカラム内に充填して被処理液や被処理気体を通すと、被処理水や被処理油、被処理排ガス中に含まれる金属イオン成分を効率よく捕捉除去し、あるいは特定の金属イオンを選択的に捕捉することができる。

【0048】しかも、上記の如くして金属イオンを捕捉した繊維を、例えば塩酸や硫酸等の強酸水溶液で処理すると、キレートを形成して捕捉された金属イオンは簡単に離脱するので、こうした特性を利用すれば再生液から金属成分を有益成分として有効に回収することも可能となる。

【0049】また本発明にかかる金属キレート形成性繊維の更に他の利用形態として、該金属キレート形成性繊維に特定の活性を有する金属を捕捉させ、該金属の特性を活用できる様にした金属キレート繊維として、下記の様な形態で有効利用することも可能となる。

【0050】①触媒活性を有する金属、例えば鉄やチタンなどをキレート捕捉させ、レドックス試薬( $\text{NO}_x$ や $\text{SO}_x$ などの除去触媒など)として利用、

②銅、ニッケル、銀、コバルトなどの抗菌性金属をシー

ト状やマット状の繊維基材に捕捉させ、抗菌もしくは殺菌性シートまたはマット(具体的には靴の中敷き、医療用寝具、トイレカバー・マット、手洗い用タオルなど)としての利用、或いはフィルター状に加工して空調機器などの浄化フィルターとしての利用、

③抗菌もしくは殺菌性金属をキレート捕捉した粉末状の繊維として例えば樹脂に練り込み、抗菌・殺菌性プラスチックを得るための素材としての利用、

④亜鉛、チタンなどをキレート捕捉させ、脱臭・消臭・防カビ性繊維、あるいは該繊維を樹脂に練り込み、脱臭・消臭・防カビ性プラスチックとしての利用、

⑤有害な窒素酸化物等を含む排ガス(地下駐車場や高速道路のトンネル排ガスなど)の清浄化フィルターとして、酸化触媒活性を示すチタンや鉄等の金属をキレート付着させ、窒素酸化物等を無害化するための金属キレート繊維触媒としての利用、

⑥銅、ニッケルなどをキレート捕捉させ、静電気防止材や有害な電磁波を吸収する電磁波シールド材としての利用、

⑦銅、コバルト、ニッケル、鉄などの有色金属イオンをキレート捕捉させ、遮光材や着色衣料、装飾品などとしての利用、

⑧カルシウム、マグネシウム、マンガン、鉄、銅、亜鉛などの如き植物に必須の微量金属をキレート捕捉させ、肥料としての利用、

など様々の分野で有効に活用できる。

【0051】

【実施例】次に本発明の実施例を示すが、本発明はもとより下記実施例によって制限を受けるものではなく、前・後記の趣旨に適合し得る範囲で適当に変更を加えて実施することも可能であり、それらはいずれも本発明の技術的範囲に含まれる。

【0052】実施例1

蒸留水250mlに、ペルオキソ二硫酸カリウム5gを溶解させた溶液に、6-ナイロンの布帛2.5gを20℃で30分間浸漬した後、遠心脱液し、蒸留水250ml、メタクリル酸グリシジル1.5g、硫酸銅5水和物0.5gを溶解させた溶液に添加し、80℃で30分処理する。次いで、処理を終えたナイロン布帛を蒸留水で洗浄し、遠心脱液した後60℃で16時間乾燥することにより、メタクリル酸グリシジルがグラフトした6-ナイロン布帛3.5gを得た。

【0053】次に、蒸留水100gにイミノ酢酸20gを加え、50%水酸化ナトリウム水溶液を用いてpH10に調整し、この溶液に上記グラフト布帛を浸漬して90℃で2時間処理する。次いで十分に水洗し脱液した後、更に5%硫酸100mlに20℃で30分間浸漬した後、十分に水洗してから遠心脱液し、50℃で16時間乾燥することにより、金属キレート形成性繊維(キレート繊維A)4.5g(置換率80重量%)を得た。

【0054】得られたキレート繊維Aの1gを、5mmol/リットルの硫酸銅水溶液1リットルに添加し、20℃で20時間攪拌した後、溶液中に残存する銅イオンを定量することによって銅捕捉能を調べたところ、キレート繊維Aの1g当たり1.5mmolの銅捕捉能を発揮していることが確認された。

【0055】一方比較のため、上記キレート繊維Aに代えて、市販のビーズ状スチレン-イミノジ酢酸系キレート樹脂（三菱化学社製商品名「ダイヤイオンCR11」）を使用した以外は上記と同様にして銅捕捉能を調べたところ、該キレート樹脂1g当たりの銅捕捉量は0.7mmolであることが確認された。

【0056】（銅イオン吸着速度試験）本発明のキレート繊維Aの銅イオン吸着速度を確認するため、キレート繊維Aの1gを、銅イオン濃度200ppmの硫酸銅水溶液1リットルに添加し、該溶液中の銅イオン濃度の経時変化を調べた。

【0057】結果は図1に示す通りであり、市販のビーズ状キレート樹脂を用いた場合は、銅イオンの捕捉量が飽和するのに約4時間もかかるのに対し、本発明のキレート繊維Aを使用すると、銅イオンの捕捉量は約1時間ではほぼ飽和しており、約4倍の吸着捕捉速度を有していることがわかる。

【0058】（破過曲線測定試験）キレート繊維Aの1gを直径5mmのガラスカラム内に充填し、銅イオン濃度20ppmの硫酸銅水溶液を $SV=100\text{ h}^{-1}$ の流速で流し、留出液中の銅イオン濃度を測定することによって破過曲線を求めた。

【0059】結果は図2に示す通りであり、市販のキレート樹脂を用いた場合は、銅イオンが十分に捕捉されないうちに流出してしまうのに対し、キレート繊維Aを使用すると、キレート繊維の金属捕捉能が飽和するまではほぼ完全な金属捕捉能を発揮している。これらの結果からも、本発明の金属キレート形成性繊維は卓越した金属イオン捕捉能を有していることを確認できる。

#### 【0060】実施例2

ナイロン紡績糸をポリプロピレン製のコア材に綾巻き状に巻回した市販のカートリッジフィルター（ロキテクノ社製、商品名「マイクロシリアフィルターカートリッジ250L-NS-1」：公称孔径1μm）を、ポリプロピレン製ハウジング（アドバンテック東洋社製、商品名「1PP-1-FS-000」）に装着し、これに、ベルオキソ二硫酸カリウム200gを蒸留水10リットルに溶解した溶液を、循環ポンプを用いて15リットル/分の流速で20℃×15分間循環させた後排液し、蒸留水5リットルを同様に循環させて洗浄した。

【0061】次に、メタクリル酸グリシジル60gと硫酸銅5水和物10gを蒸留水8リットルに溶解した溶液を、同様に80℃×2時間循環させ、ナイロン紡績糸分子内にメタクリル酸グリシジルをグラフトさせ、次いで

反応液を排出した後、蒸留水3リットルを循環させて洗浄した。

【0062】次に、蒸留水4リットルにイミノジ酢酸1kgを添加し、50%水酸化ナトリウム水溶液を用いて、pH10に調整した溶液を、グリシジルメタクリレートグラフトさせた前記フィルターに80℃で2時間循環後、排液・洗浄を繰り返し、次に5%硫酸5リットルを循環させた後、蒸留水を用いて洗浄液が中性になるまで循環・排液を繰り返して金属キレート形成性フィルター（キレート繊維B）を得た。

【0063】この金属キレート形成性フィルターを前記ポリプロピレン製ハウジングに装着し、硫酸銅を蒸留水に溶解して銅イオン濃度を10ppmに調整した溶液10リットルに、不溶性夾雑物として平均粒径10μmの二酸化珪素微粉末2.0gを分散させた試験液を15リットル/分の流速、25℃で1時間循環させた。

【0064】その後、試験液の銅イオン濃度を定量したところ、1ppm以下に低減していることが確認された。また該試験液1リットルを孔径0.1μmのメンブランフィルターに通して残存する二酸化珪素量を測定することによりその除去率を求めたところ、98.2%であり、金属イオンと不溶性夾雑物とを同時に除去可能な性能を有するフィルターであることを確認した。

#### 【0065】実施例3

実施例1において、イミノジ酢酸水溶液に代えて30%エチレンジアミン三酢酸・3ナトリウム塩水溶液200gを使用した以外は実施例1と同様にして、金属キレート形成性繊維（キレート繊維C）4.7g（置換率8.8重量%）を得た。このキレート繊維Cを用いて実施例1と同様の吸着試験を行ったところ、キレート繊維Cの1g当たり1.0mmolの銅捕捉能を発揮することが確認された。

#### 【0066】実施例4

実施例1と同様にして得られたメタクリル酸グリシジルがグラフトしたナイロン布帛3.5gを、チオグリコール酸200mlに浸漬し、80℃で3時間加熱処理した後、蒸留水を用いて洗浄液が中性になるまで洗浄を繰り返した後、40℃で16時間乾燥することにより、金属キレート形成性繊維（キレート繊維D）4.0g（置換率60重量%）を得た。このキレート繊維Dを用いて実施例1と同様の吸着試験を行ったところ、キレート繊維Dの1g当たり1.3mmolの銅捕捉能を発揮することが確認された。

#### 【0067】実施例5

ポリエステル布帛2.0gをベンジルアルコール50gに添加し、150℃で1時間加熱した後、メタノール、蒸留水を用いて洗浄し、ジメチルホルムアミド80g、蒸留水20ml、メタクリル酸グリシジル10.0g、過酸化ベンゾイル0.2g、ジメチルアニリン0.2gを溶解させた溶液に添加し、窒素を導入しながら60℃



で6時間処理する。次いで、処理を終えた布帛をアセトンと水で洗浄してから遠心脱液した後、60℃で16時間乾燥することにより、メタクリル酸グリシジルがグラフトしたポリエステル布帛3.0gを得た。

【0068】次に、蒸留水100gにイミノ酢酸20gを加え、50%水酸化ナトリウム水溶液を用いてpH10に調整し、この溶液に上記グラフト布帛を浸漬して90℃で2時間処理する。次いで十分に水洗し脱液した後、更に5%硫酸100mlに20℃で30分間浸漬した後、十分に水洗してから遠心脱液し、50℃で16時間乾燥することにより、金属キレート形成性繊維（キレート繊維E）3.8g（置換率90重量%）を得た。

【0069】得られたキレート繊維Eの1gを、5mmol/リットルの硫酸銅水溶液1リットルに添加し、20℃で20時間攪拌した後、溶液中に残存する銅イオンを定量することによって銅捕捉能を調べたところ、キレート繊維Eの1g当たり1.4mmolの銅捕捉能を発揮していることが確認された。

【0070】

【発明の効果】本発明の金属キレート形成性繊維は以上の様に構成されており、金属イオンに対して高い捕捉容量を有しているばかりでなく、捕捉速度も格段に優れており、従来のイオン交換樹脂やキレート樹脂に比べて用排水や油、気体（各種排ガス等を含む）の中の金属イオンを極めて効率良く捕捉・除去することができ、それらの清浄化を極めて効率的に行うことができる。

【0071】しかも、金属イオンを捕捉した本発明の金属キレート形成性繊維は、鉍酸や有機酸などの酸水溶液による処理によって簡単に金属イオンを離脱するので、\*

\* その再生が簡単に繰り返し使用できるばかりでなく、金属成分の濃縮採取にも利用できる。

【0072】また繊維基材として粉末状の合成繊維を使用することにより、金属イオン除去性能と濾過助剤としての性能を兼備させることができ、更にフィルター状の繊維素材を使用すれば、金属イオン捕捉性能と不溶性夾雑物除去性能を兼ね備えた清浄化作用を持たせることができる。

【0073】更に本発明の製法を採用すれば、電離性放射線の如き特別な装置や処理を必要とせず、水や汎用の溶媒中での加熱処理といった簡単な方法で、安全且つ簡単に高性能の金属イオン捕捉性繊維を得ることができる。

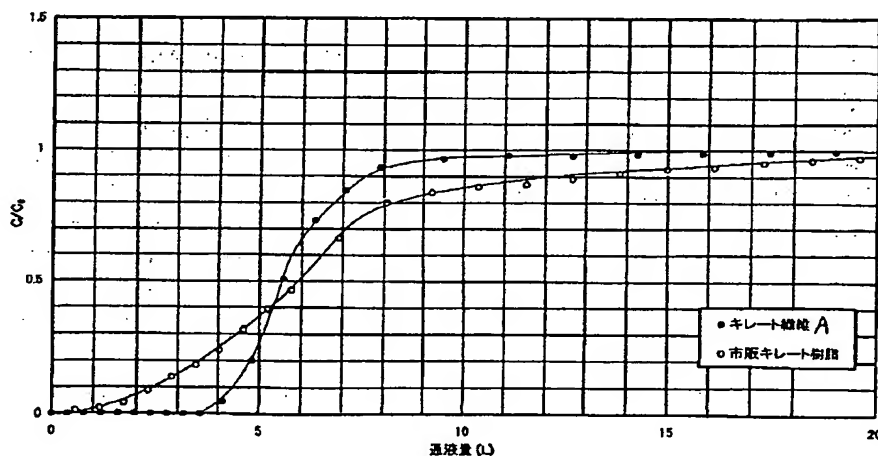
【0074】更に、キレート捕捉させる金属イオンを積極的に選択すれば、金属キレート繊維として当該金属自体の特性、例えば触媒作用や脱臭・消臭作用、防カビ作用、抗菌・殺菌作用、静電気防止作用などを付与することができ、フィルター状の排ガス処理触媒、消臭・脱臭・防カビ・抗菌・殺菌性あるいは静電気防止性のシート材や空調設備のフィルター材等として幅広く有効に活用できる。

【図面の簡単な説明】

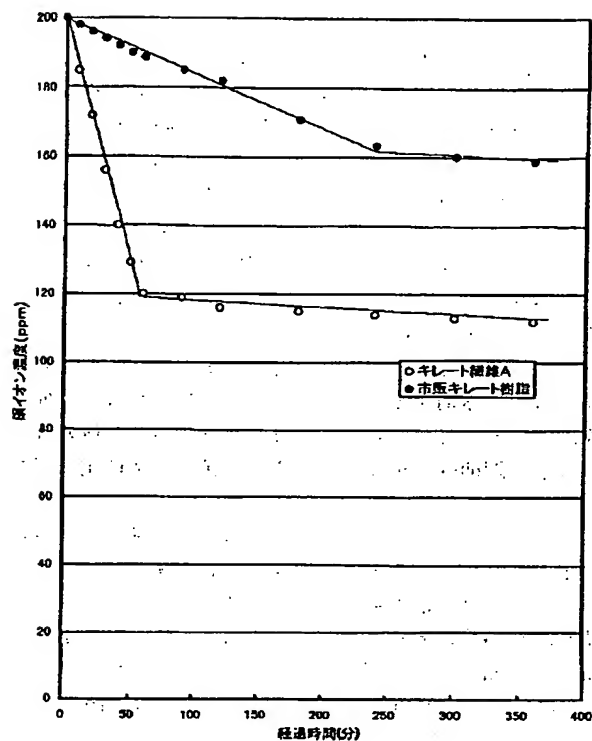
【図1】本発明の金属キレート形成性繊維と市販のビーズ状キレート樹脂を用いた金属イオンの捕捉速度を対比して示すグラフである。

【図2】本発明の金属キレート形成性繊維と市販のビーズ状キレート樹脂を用いた金属イオンの破過曲線を示すグラフである。

【図2】



【図1】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.

D 0 6 M 15/273

// D 0 6 M 101:30

識別記号

F I

D 0 6 M 15/273

ターマコード (参考)

(72)発明者 伊藤 治

三重県四日市市日永東3丁目3-3 中部

キレスト株式会社四日市工場内

(72)発明者 土井 貴雄

三重県四日市市日永東3丁目3-3 中部

キレスト株式会社四日市工場内

Fターム(参考)

4D019 AA01 AA03 BA13 BB02 BB03

BC04

4J015 CA03

4J026 AA11 AA42 AA52 AB02 AB07

AB28 AB33 BA16 BA30 CA05

CA07 DB16 EA09 FA09 GA10

4J100 BA03H BA16H BA27H BA52H

BA64H GC01 HA61 HC50

HC70 HC75 HD00 HG16 JA11

JA18

4L033 AA06 AA07 AA08 AB01 AC06

AC10 AC15 BA25 BA45 BA48

BA99